

APPENDIX

DREIPHASTIGE WICKLUNG IN STERN-DREIECK-MISCHSHALTUNG FÜR EINE
ELECTRICHE MACHINE

DE 3202 958 A1

LAID OPEN: August 11, 1983

A delta-connection winding and a star-connection are connected
in parallel.

9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 32 02 958 A1

51 Int. Cl. 3
H 02 K 3/00
H 02 K 17/12

31 Aktenzeichen: P 32 02 958 6
32 Anmeldetag: 29. 1. 82
33 Offenlegungstag: 11. 8. 83



DE 32 02 958 A1

71 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:
Auringer, Herbert, Dipl.-Ing. Dr., 8500 Nürnberg, DE

54 Dreiphasige Wicklung in Stern-Dreieck-Mischschaltung für eine elektrische Maschine

Bei einer gesehten dreiphasigen Wicklung in Stern-Dreieck-Mischschaltung für Ständer oder Schleifringläufer einer elektrischen Maschine sind zur Verringerung der Oberwellenanteile und der Kupferverluste die inneren Wicklungsabschnitte durch Ausgleichsleiter in Dreieckschaltung verbunden, an die jeweils zwei parallele, gegenüber den Dreiecksabschnitten um 30° ei versetzte, mit den Klemmen verbundene äußere Wicklungsabschnitte sternförmig angeschlossen sind. Die räumliche Aufteilung der Wicklungsabschnitte ist dabei so vorgenommen, daß sich innerhalb jeden Polpaares eine zwölfzonige Wicklungsanordnung ergibt. (32 02 958)

Tabelle I: Vergleichende Übersicht von herkömmlichen sechszonigen Zweischichtwicklungen in Dreieckschaltung mit äquivalenten Y/Δ -Mischschaltungen für N/p = 36 Nuten je Polpaar

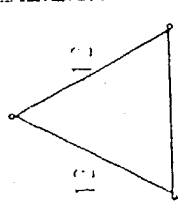
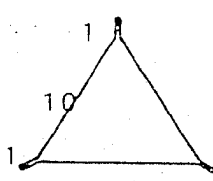
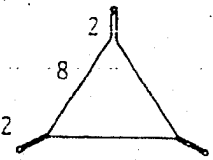
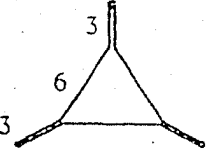
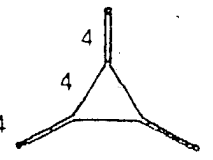
Δ -Schaltung	Schaltung	vor- und rückwärts laufende Stabwellenwicklung mit verschiedenen Spulengruppierungen	ξ	$\sigma_0 \cdot 10^{-3}$	V_{cu} / r_N	äquivalente Y/Δ -Schaltung Fig. 10 Gruppierung der Spulen	Verlustminderung gemäß Gl. (4)
	1/1	6 + 6	0,9561	5,16	100 %	0 - 12 - 0 reine Δ-Schaltung (Fig. 10 rechts)	1/1 (keine)
	17/18	7 + 5	0,9525	4,46	100,8 %	1 - 10 - 1	25/24
	8/9	8 + 4	0,9416	5,49	105,1 %	2 - 8 - 2	11/12
	5/6	9 + 3	0,9236	2,93	107,2 %	3 - 6 - 3	7/8
	7/9	10 + 2	0,8985	5,11	113,2 %	4 - 4 - 4	5/6
	13/18	11 + 1	0,8666	4,00	121,7 %	5 - 2 - 5	19/24
	2/3	12 + 0	0,8280	5,16	133,3 %	6 - 0 - 6 reine Doppel- Y-Schaltung (Fig. 10 links)	3/4

Tabelle II: Wicklungseigenschaften möglicher
Y/ Δ -Mischschaltungen
bei N/p = 36 Nuten je Polpaar

Spulenauf- teilung	Spulen- schritt	ξ	$\sigma_v \cdot 10^{-3}$	relative Kupfer- verluste	
				A	B
1 - 10 - 1 	1 - 19	0,9525	4,46	96,7	95,8 ($\approx 23/24$)
	1 - 18	0,9489	4,05	97,5	96,6
	1 - 17	0,9380	3,28	99,7	98,8
	1 - 16	0,9200	2,73	103,7	102,7
	1 - 15	0,8951	2,86	109,5	108,5
2 - 8 - 2 	1 - 19	0,9416	3,49	94,5	91,7 ($\approx 11/12$)
	1 - 18	0,9380	3,24	95,2	92,4
	1 - 17	0,9273	2,96	97,5	94,5
	1 - 16	0,9095	2,66	101,5	98,25
	1 - 15	0,8848	2,68	107,0	103,8
3 - 6 - 3 	1 - 19	0,9236	2,95	93,8	87,5 ($\approx 7/8$)
	1 - 18	0,9200	2,73	94,5	88,2
	1 - 17	0,9095	2,66	96,7	90,2
	1 - 16	0,8921	2,77	100,5	93,8
4 - 4 - 4 	1 - 19	0,8985	3,11	94,4	83,3 ($\approx 5/6$)
	1 - 18	0,8951	2,86	95,1	84,0
	1 - 17	0,8848	2,68	97,3	85,9
	1 - 16	0,8679	2,66	101,1	89,3

A im Vergleich mit der Normalausführung, umgeseht

$\approx 100\%$

B im Vergleich mit der Normalausführung, äquivalente Schnung

$\approx 100\%$

Tabelle III: Wicklungseigenschaften bei
identischen und angepaßten Spulen

	einheitliche Spulen	angepaßte Spulen
Spulen- windungszahl	$w_Y = w_\Delta$	$w_Y = 2/\sqrt{3} \cdot w_\Delta$ bei -Schaltung $w_Y = 1/\sqrt{3} \cdot w_\Delta$ bei --Schaltung
Leiter- querschnitte	$q_Y = q_\Delta$	$q_Y = \sqrt{3}/2 \cdot q_\Delta$ bei -Schaltung $q_Y = \sqrt{3} \cdot q_\Delta$ bei --Schaltung
Wicklungs- faktor ξ	$w_{ges} = (2 + \sqrt{3}) w_\Delta$ (Fig. 20) $\xi = \frac{2 + \sqrt{3}}{4} \cdot \xi_Z = 0,9330 \xi_Z$ *)	$w_{ges} = 4 w_\Delta$ (Fig. 21) $\xi = \frac{2}{1 + 2/\sqrt{3}} \cdot \xi_Z = 0,9282 \xi_Z$ *)
effektive Windungs- zahl $w \cdot \xi$	$\frac{(2 + \sqrt{3})^2}{4} \xi_Z \cdot w_\Delta$ $= 3,4821 w_\Delta \xi_Z$ *)	$\frac{8}{1 + 4/\sqrt{3}} \xi_Z w_\Delta = \frac{8\sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}} \xi_Z w_\Delta$ $= 3,7128 w_\Delta \xi_Z$
Kupfer- verluste	unterschiedliche Kupferverlustaufteilung $V_\Delta = (4/7) V_{ges} \hat{=} 57,14 \%$ $V_Y = (3/7) V_{ges} = \frac{42,86}{100,00} \%$	gleiche Kupferverlust- aufteilung wegen erhöhter effektiver Windungszahl nur $\frac{(2 + \sqrt{3})^3}{32 \sqrt{3}} = 0,9378$ facher Strom $V_\Delta = 0,9378^2 \cdot 57,14 = 50,26 \%$ $V_Y = 0,9378^2 \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2 \cdot 42,86 =$ $\frac{50,26}{100,52} \%$
Durchflutungs- polygon	ungleichseitiges Zwölfeck (Fig. 4)	gleichseitiges Zwölfeck
bei $\frac{W}{\tau} = 1$	$I : II = 2 : \sqrt{3}$	
bei $\frac{W}{\tau} = \frac{11}{12}$	ungleichseitiges Vier- undzwanzigeck (Fig. 8) $1 : 2 : III = 2 : \sqrt{13}/2 : \sqrt{3}$ $= 2 : 1,803 : 1,732$	ungleichseitiges Vier- undzwanzigeck $1 : II = 2 : 2 \cdot \cos 15$ $= 2 : 1,932$

*) ξ_Z Zonenfaktor

Tabelle IV: Vergleich verschiedener Wicklungsausführungen für $N/p = 24$ Nuten pro Polpaar

Spulen	Wicklungsart	Sehnung	Durchflutungspolygon	ξ	$S_0 \cdot 10^3$
einheitlich (Fig. 20)	Einschicht- oder Zweischicht- wicklung Δ -Schaltung 6zonig (Fig. 1)	1/1	gleichseitiges Sechseck (Fig. 2) Seitenlänge: 4 x 2	0,9577	8,900
	Zweischichtwicklung Δ -Schaltung 6zonig (Fig. 3)	5/6	ungleichseitiges Zwölfeck (Fig. 4)	0,9250	6,240
	Einschicht- und Zweischicht- wicklung λ - Δ -Mischschaltung 12zonig (Fig. 6)	1/1	$\begin{matrix} \text{I} & & \text{II} \\ \text{Seitenlängen: } (2 \times 2) : (2 \times 3) \end{matrix}$		
	Zweischichtwicklung 12zonig (Fig. 7)	11/12	ungleichseitiges Vierundzwanzigeck (Fig. 8) $\begin{matrix} \text{I} : & \text{II} : & \text{III} \\ \text{Seitenlängen: } 2 : \sqrt{13}/2 : \sqrt{3} \end{matrix}$	0,9171	5,854
$\frac{\sqrt{2}}{2}$ " " $\frac{\sqrt{2}}{2}$ " " (Fig. 21)	Einschicht- und Zweischicht- wicklung λ - Δ -Mischschaltung 12zonig (Fig. 6)	1/1	gleichseitiges Zwölfeck Seitenlänge: 2 : 2	0,9293	6,033
	Zweischichtwicklung λ - Δ -Mischschaltung 12zonig (Fig. 7)	11/12	ungleichseitiges Vierundzwanzigeck $\begin{matrix} \text{I} : & \text{II} \\ \text{Seitenlängen: } 2 : 1,932 \end{matrix}$	0,9124	5,736
	3phasige Käfigwicklung	1/1	gleichseitiges Vierundzwanzigeck	1	5,731
3phasenwicklung mit sinusförmig abgestuften Spulenwindungszahlen					0,7899

1/10

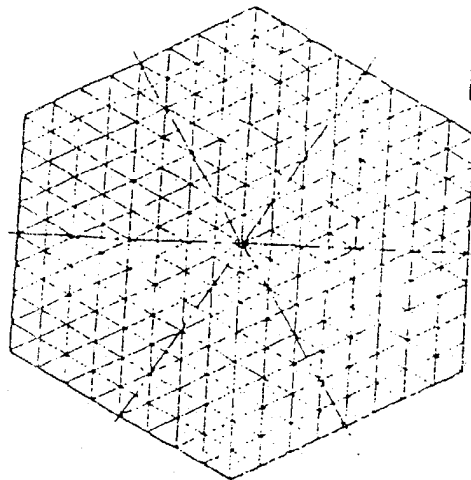
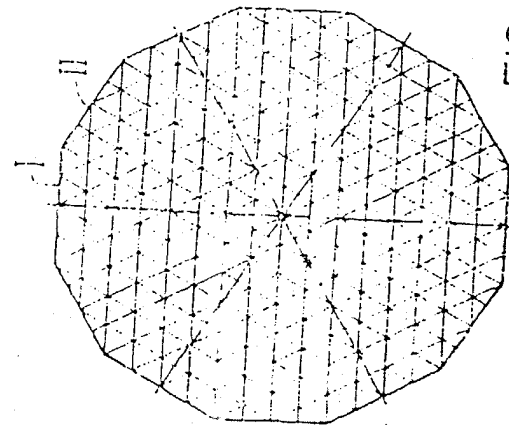
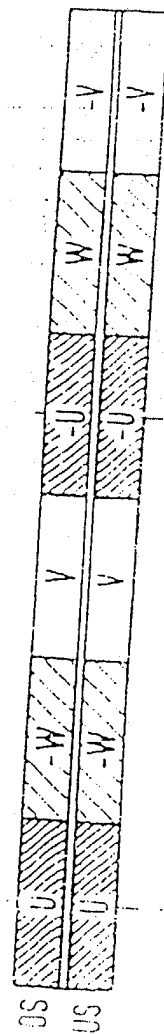


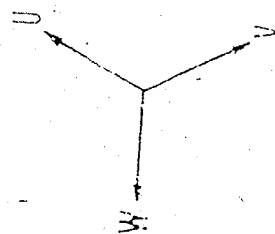
FIG 2



7
GIF



167



FILE

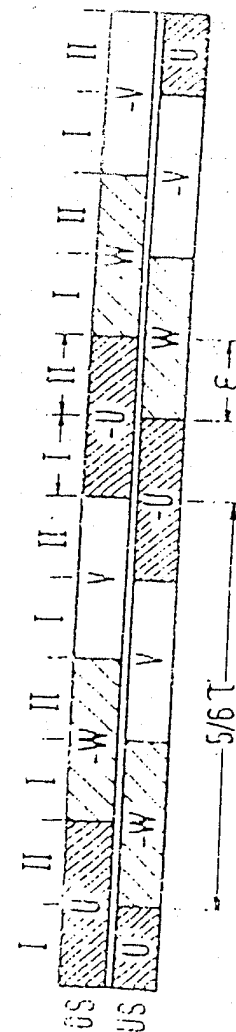


FIG 3

2/10

82 P 3 0 15 DE

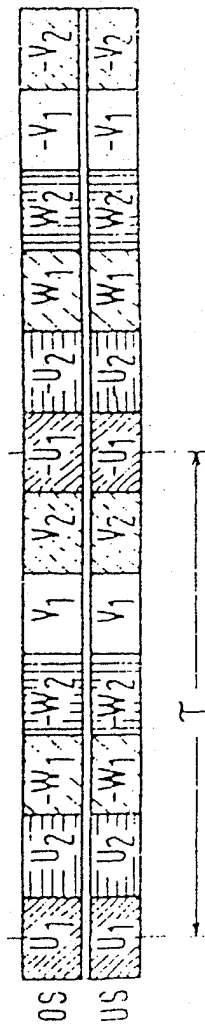


FIG 6

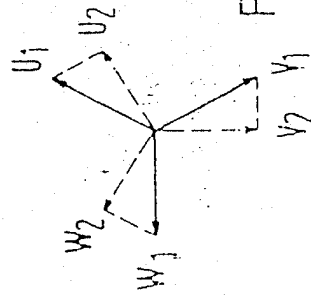


FIG 9

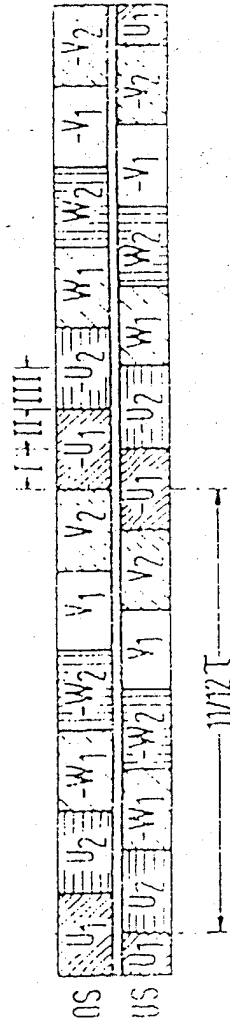


FIG 7

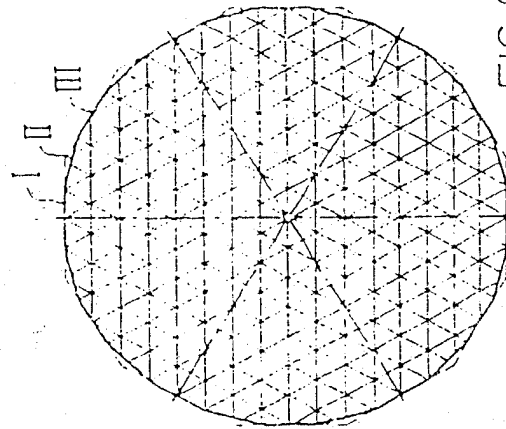


FIG 8

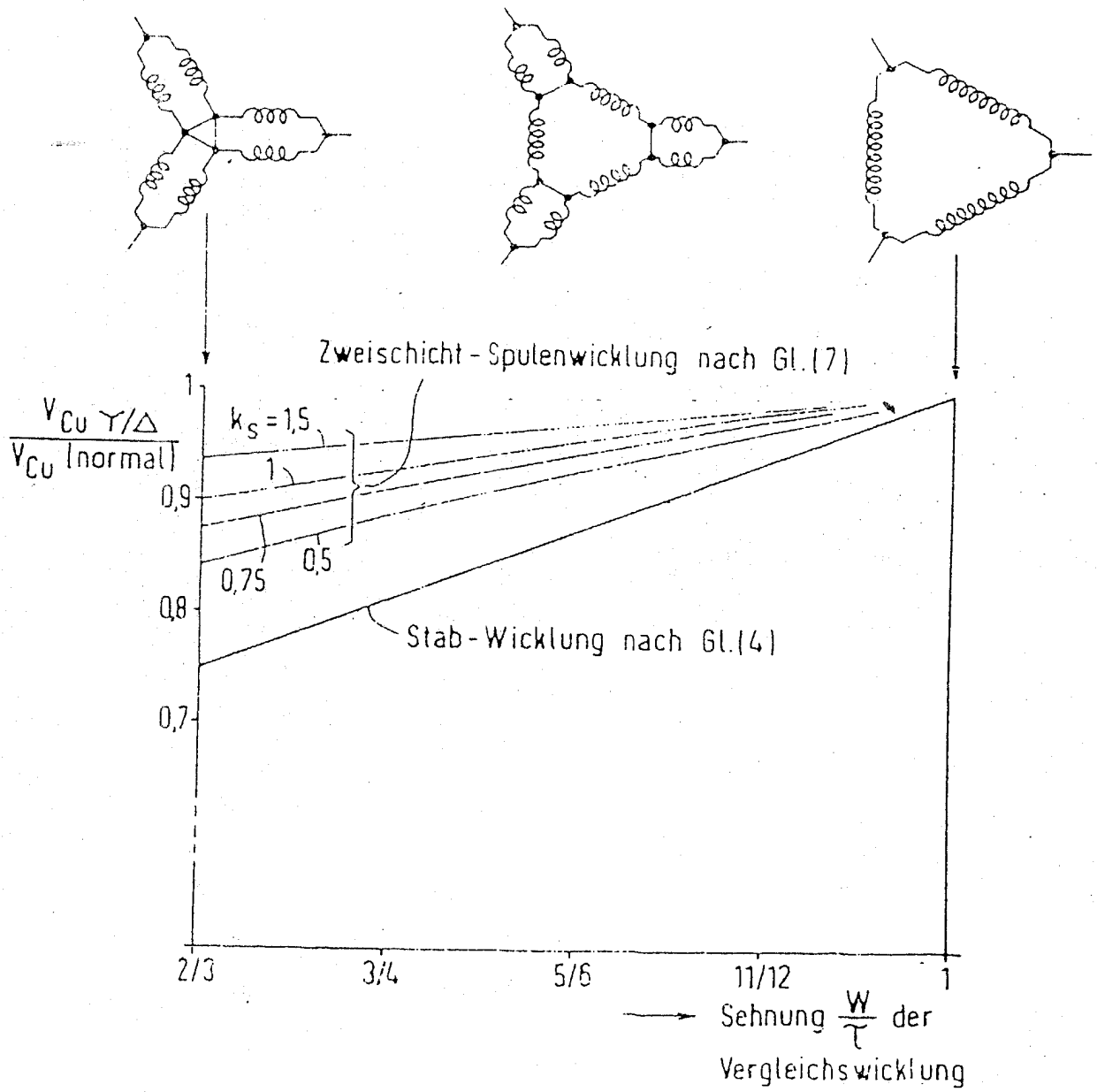


FIG 10

L/10

82 P 3 0 1 5 DE

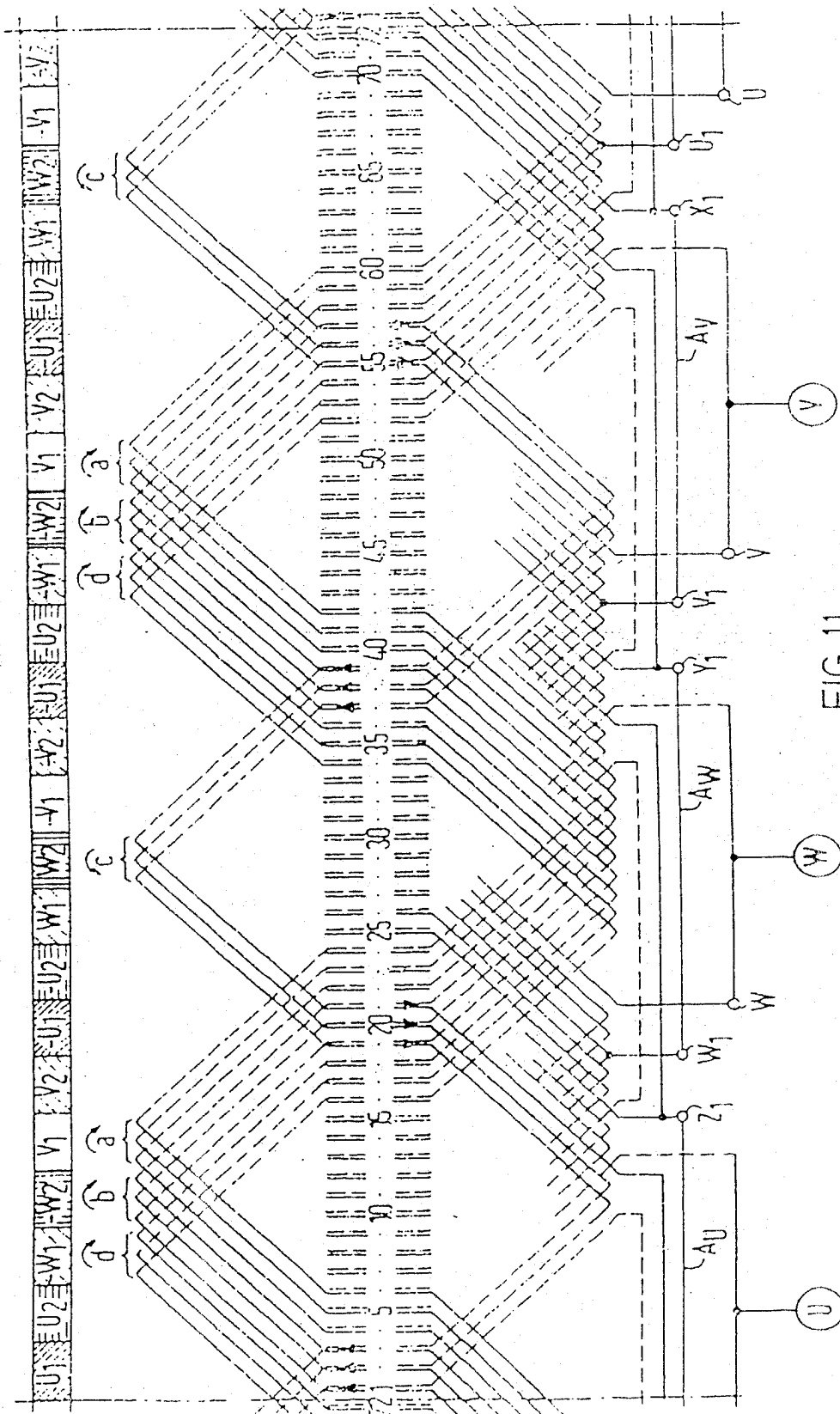
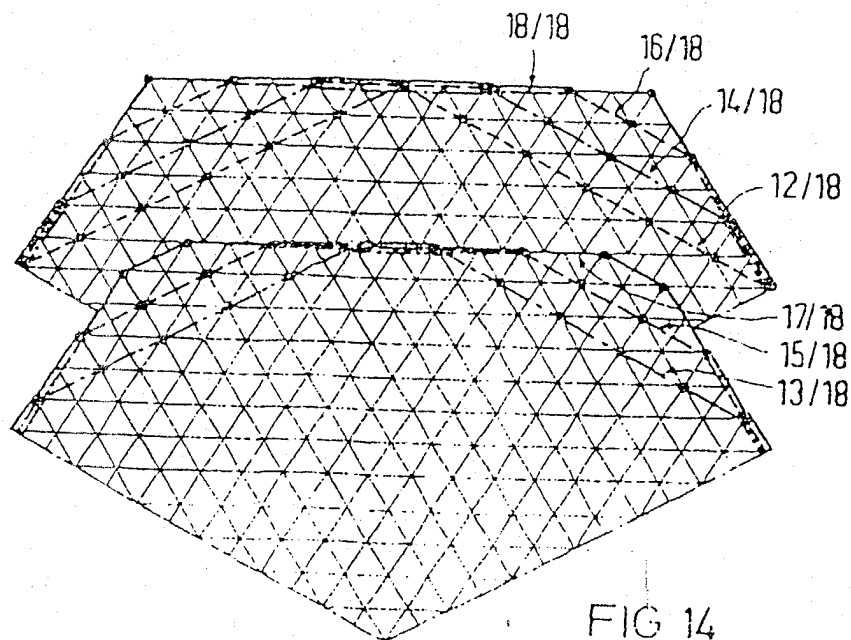
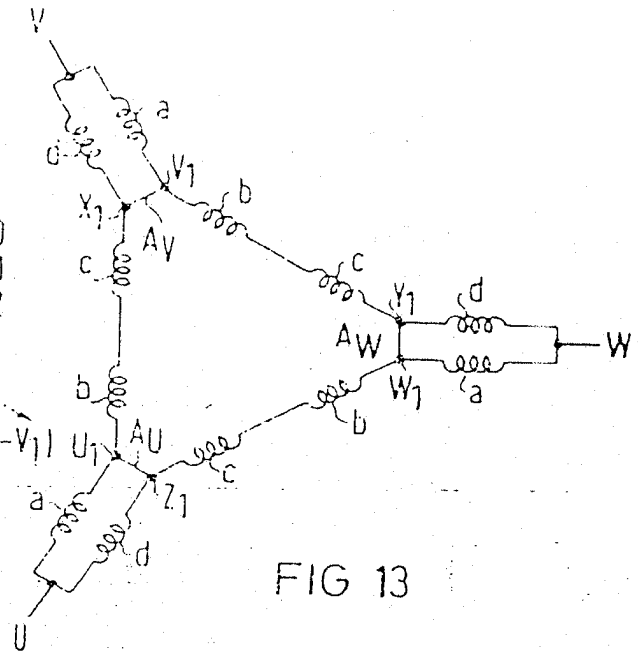
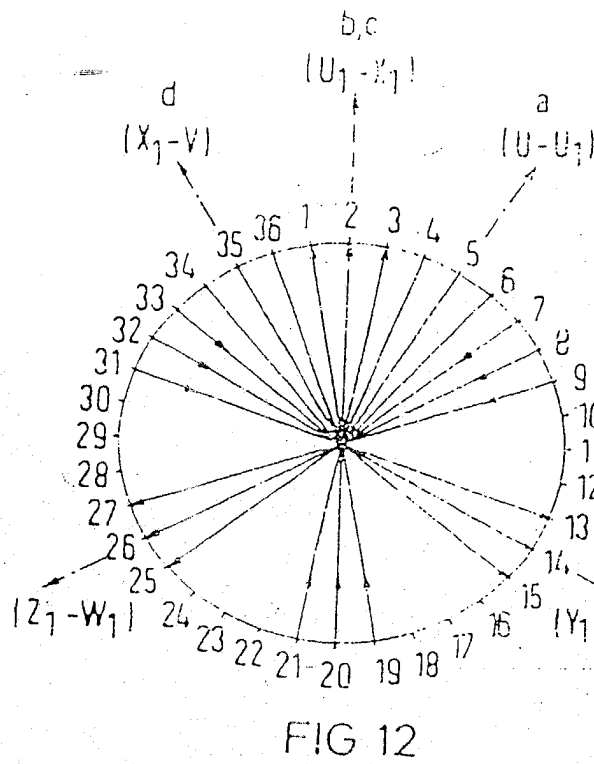
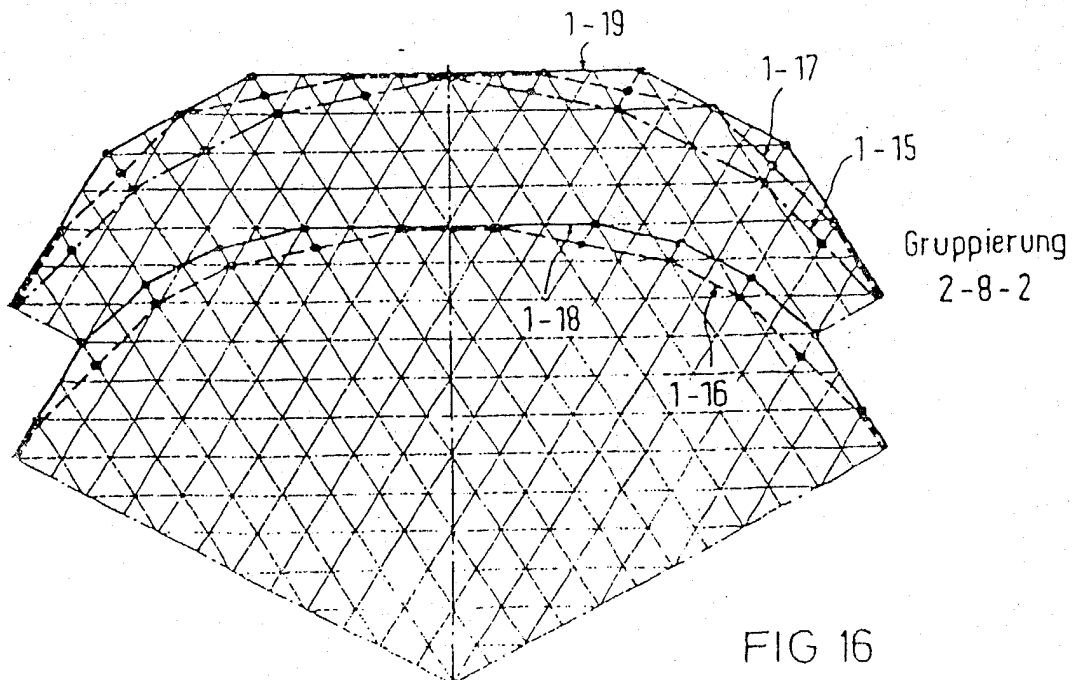
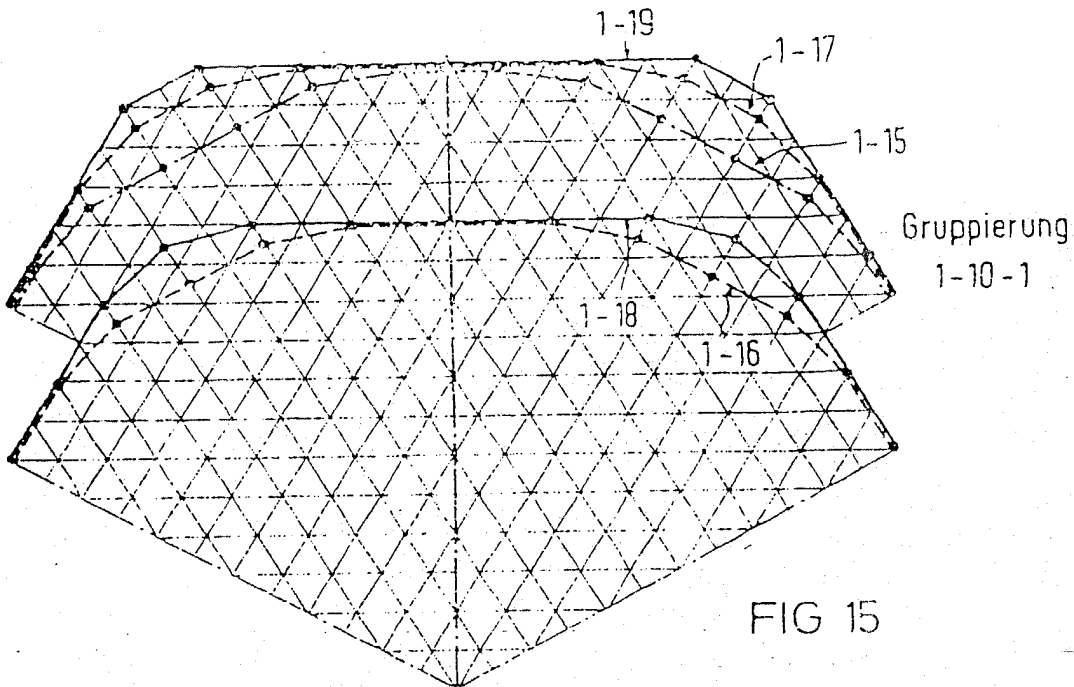
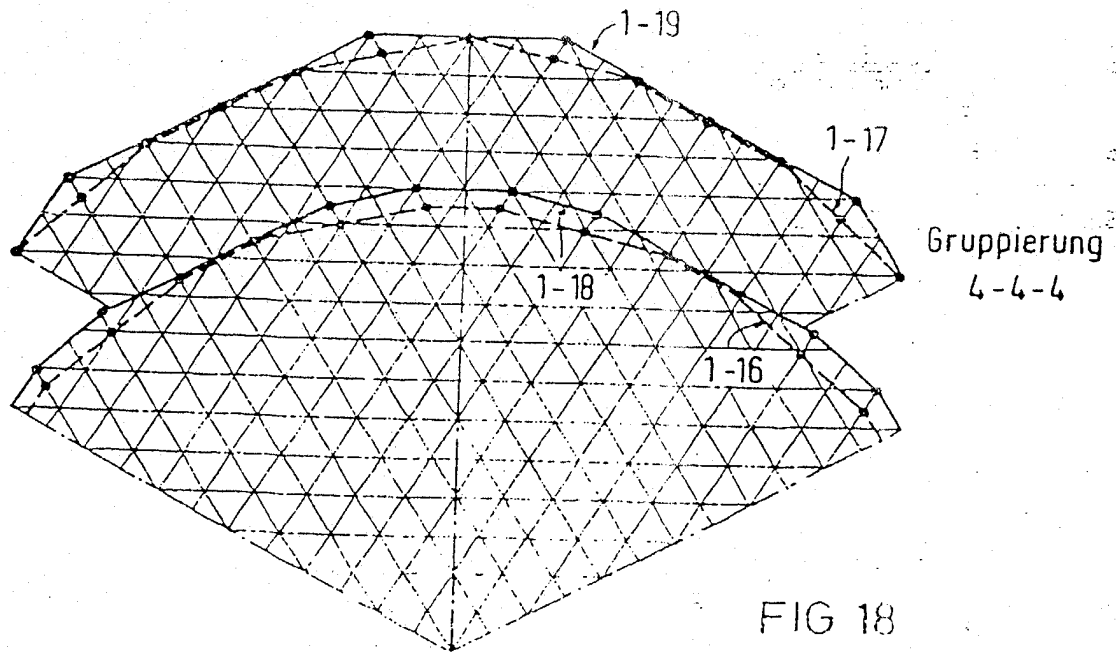
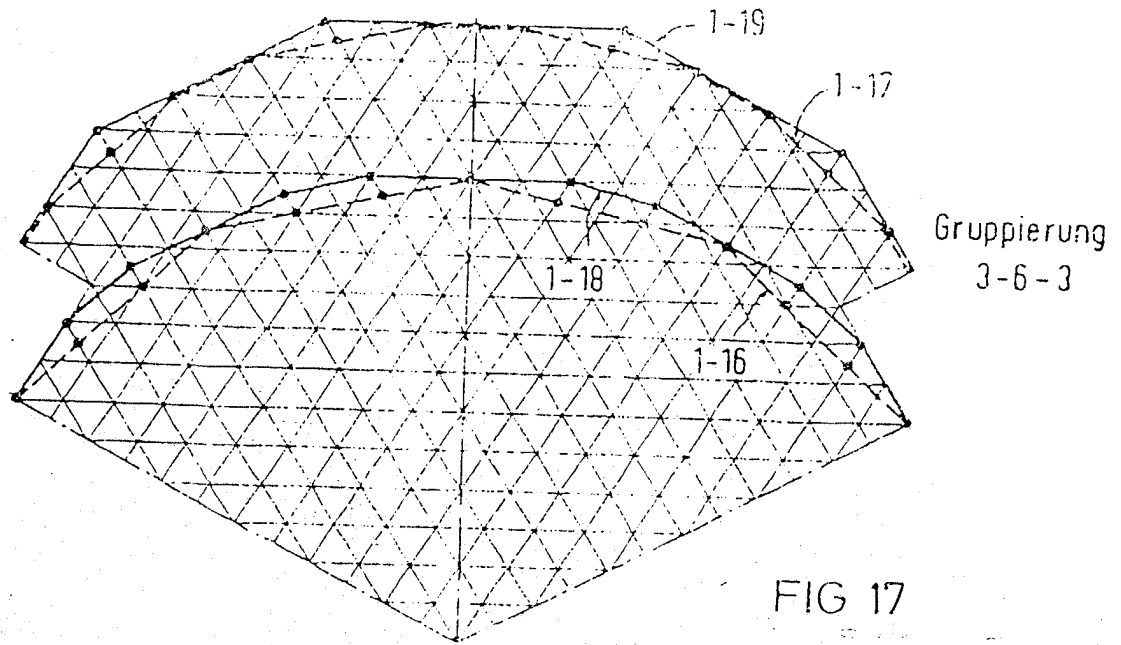
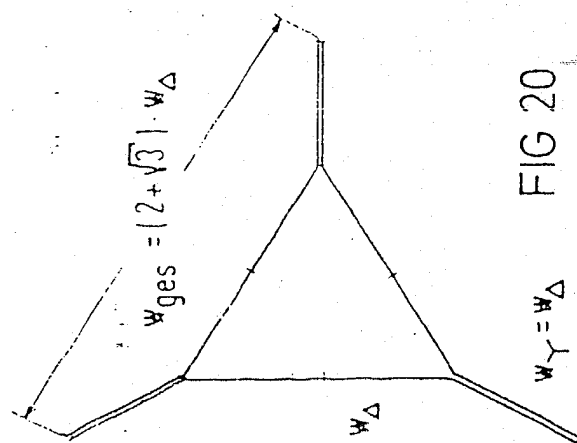
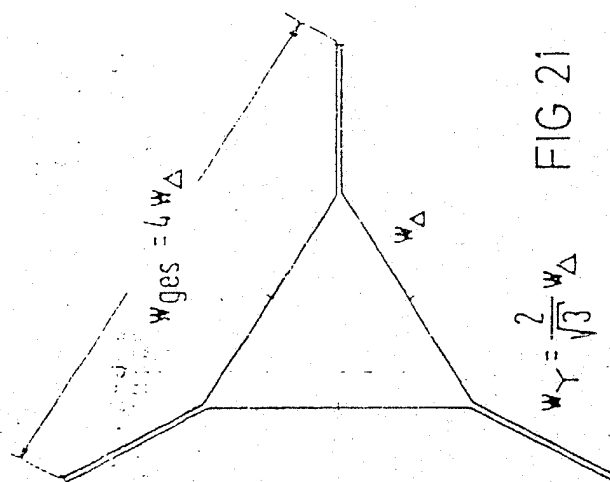
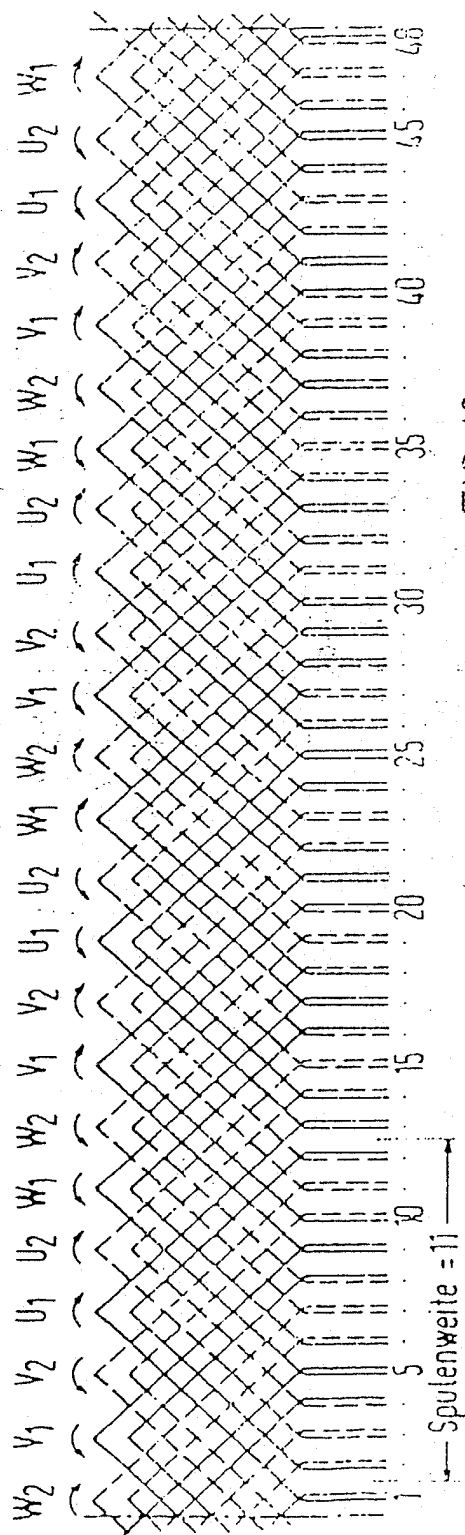


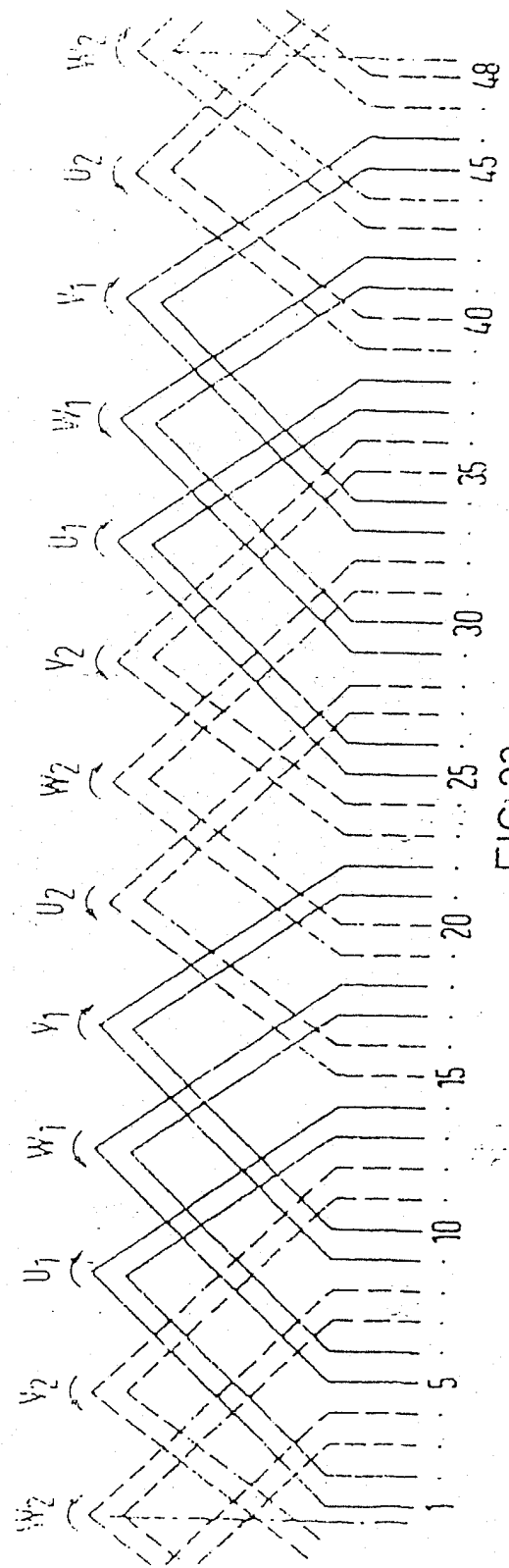
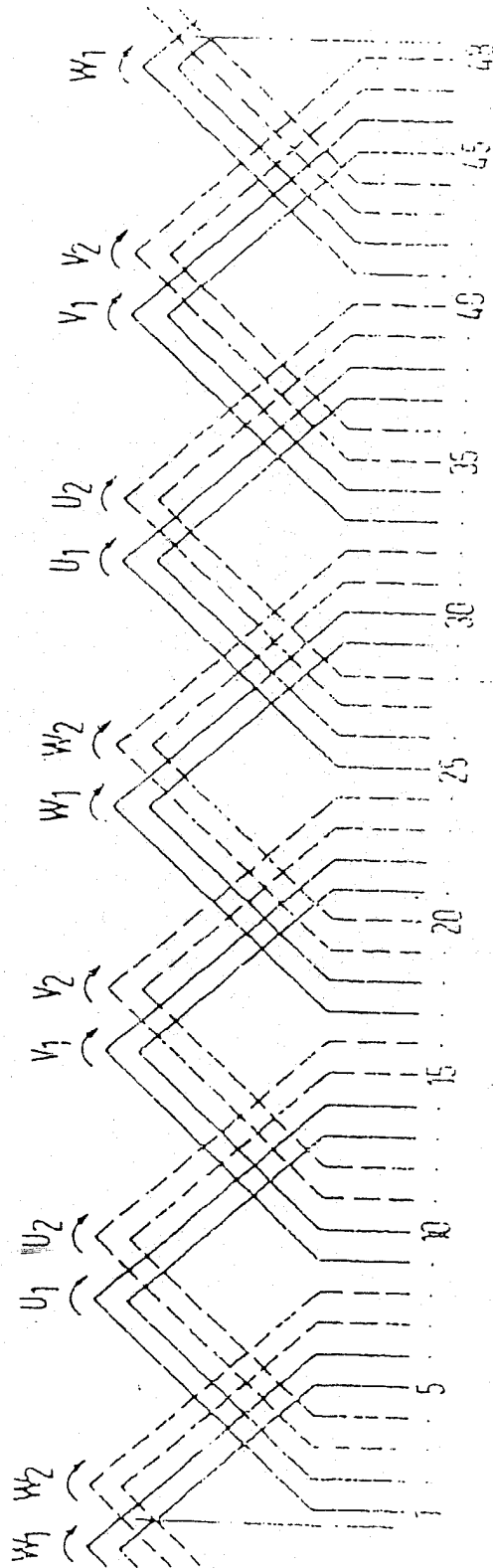
FIG 11











34

10/10

82 P 3 0 1 5 DE

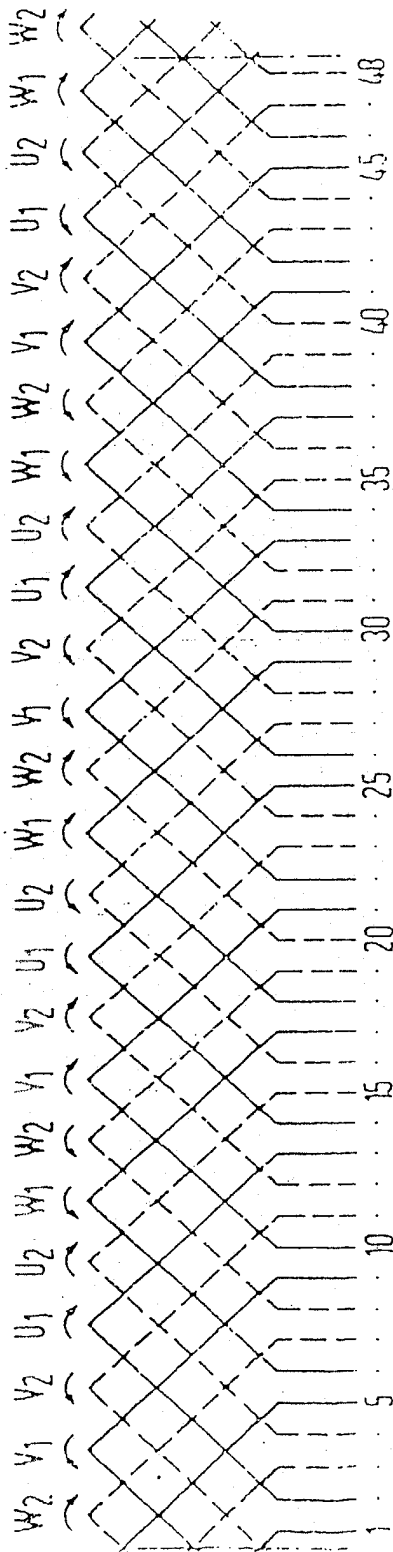


FIG 24

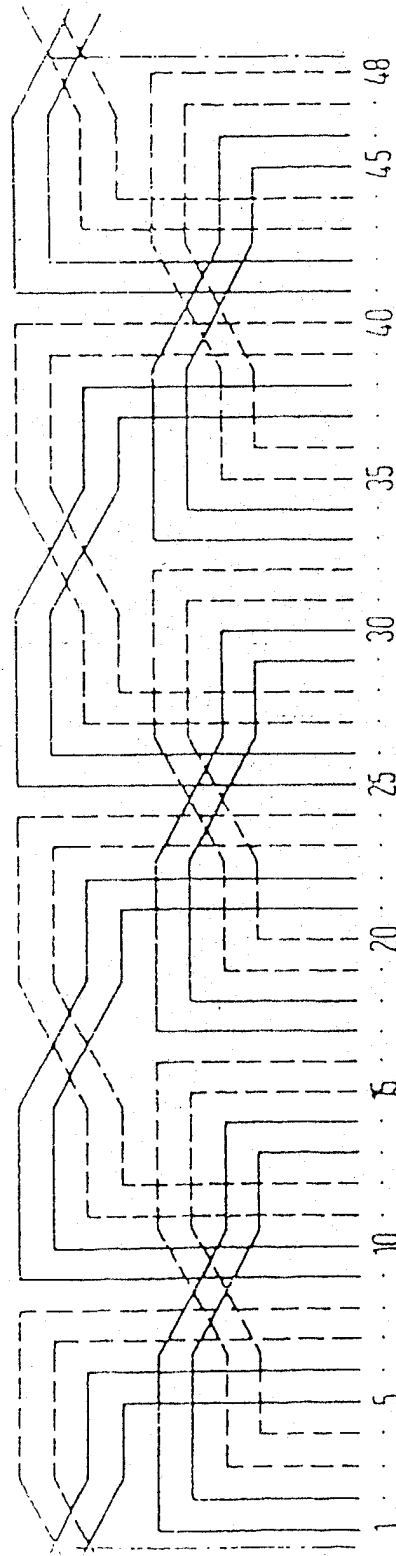


FIG 25